



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA – FEF
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

GASTO ENERGÉTICO DURANTE E APÓS O EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE VERSUS CONTÍNUO

ALUNO: RUBEM STACIARINI PUTTINI MACHADO
ORIENTADOR: GUILHERME ECKHARDT MOLINA
CO-ORIENTADORA: KEILA ELIZABETH FONTANA

BRASÍLIA-DF

2017

RUBEM STACIARINI PUTTINI MACHADO

**GASTO ENERGÉTICO DURANTE E APÓS
EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE VERSUS CONTÍNUO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Educação Física da
Universidade de Brasília – UnB.

BRASÍLIA-DF

2017

RESUMO

Objetivo: O objetivo desse estudo foi comparar o efeito agudo do exercício contínuo de moderada intensidade (CONT) e intervalado de alta intensidade (HIIT) no gasto energético durante e após o exercício. **Método:** Um total de 32 voluntários, 17 homens e 15 mulheres com idade média de $22,3 \pm 1,9$ anos, completaram o estudo. Eles eram aparentemente saudáveis e considerados fisicamente ativos. A coleta de dados foi realizada durante três visitas ao laboratório com intervalo mínimo de 48 horas. Na primeira visita foram realizadas as medidas de estatura, massa corporal, percentual de gordura corporal, frequência cardíaca em repouso, VO_2 de repouso, VO_{2max} e a potência máxima no cicloergômetro. As próximas duas visitas foram ordenadas aleatoriamente, onde os participantes realizaram um protocolo de treinamento de alta intensidade intervalado (HIIT: $5 \times 1:2$ min 90% potência máxima e 50% potência máxima) ou então um protocolo de treinamento de moderada intensidade contínuo (CONT: 30 min a 40 a 59% da frequência cardíaca de reserva), ambos foram realizados em cicloergômetro. Antes de cada protocolo, os sujeitos permaneceram em uma posição sentada durante 5 minutos para medir o VO_2 e a frequência cardíaca de repouso, e após o exercício, o gasto energético (kcal/min) foi medido durante 30 minutos também na posição sentada. **Resultados:** Quanto aos efeitos principais, observou-se que independente do gênero, o protocolo moderado CONT ($265,2 \pm 80,1$ kcal) gastou mais energia comparado ao protocolo intervalado HIIT ($143,7 \pm 36,6$ kcal) ($p < 0,0001$). Foi observado também que independente do protocolo de exercício, as mulheres gastaram menos energia ($p < 0,001$). Houve interação entre os fatores, isto é, homens e mulheres apresentaram respostas diferentes aos distintos tipos de exercício ($p < 0,001$). Os homens apresentaram gasto energético de repouso e durante o exercício contínuo ($p < 0,05$) e intervalado ($p < 0,05$) maiores comparado às mulheres ($p < 0,05$). **Conclusão:** O gasto energético total dos exercícios, independente do gênero, é maior durante uma sessão de CONT quando comparado ao HIIT. Ao final de quinze minutos de recuperação após a sessão de exercício, em ambos os protocolos, o gasto energético já havia retornado aos valores de repouso. E de acordo com os nossos dados, o protocolo intervalado de alta intensidade pode representar uma opção poupadora de tempo visto que promove resultados pós-exercício semelhantes a um protocolo contínuo de moderada intensidade de duração maior.

Palavras chave: treino intervalado, treino contínuo, consumo de oxigênio, gasto energético, EPOC.

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to compare the acute effects of continuous moderate intensity exercise (CONT) and high intensity interval training (HIIT) on energy expenditure during and after exercise. **Methods:** A total of 32 volunteers, 17 men and 15 women with a mean age of 22.3 ± 1.9 years, completed the study. Participants were apparently healthy and considered physically active. Data collection was performed during three visits to the laboratory with a minimum interval of 48 hours. For the first visit, measurements of height, body mass, body fat percentage, resting heart rate, resting VO_2 , $\text{VO}_{2\text{max}}$, and maximum power in the cycle ergometer were performed. The next two visits were randomly ordered, where the participants performed a high intensity interval training protocol (HIIT: $5 \times 1:2$ min at 90% peak power and 50% peak power) or a continuous moderate intensity training protocol (CONT: 30 min at 40 to 59% of the heart rate reserve), both were performed in cycle ergometer. Prior to each protocol, subjects remained in a seated position for 5 minutes to measure baseline VO_2 and heart rate. After the exercise, energy expenditure (kcal/min) was measured for 30 minutes in the seated position. **Results:** Regarding the main effects, it was observed that, regardless of sex, the moderate CONT protocol (265.2 ± 80.1 kcal) spent more energy compared to the HIIT protocol (143.7 ± 36.6 kcal) ($p < 0.0001$). It was also observed that, regardless of exercise protocol, women spent less energy than men ($p < 0.001$). There was an interaction between the factors, that is, men and women presented different responses to the different types of exercise ($p < 0.001$). The men had resting energy expenditure during the continuous exercise ($p < 0.05$) and interval ($p < 0.05$) and in the first five minutes of the recovery greater than the women ($p < 0.05$). **Conclusion:** The total energy expenditure of the exercises, regardless of gender, is higher during a CONT session when compared to HIIT. At the end of fifteen minutes of recovery after the exercise session, in both protocols, energy expenditure had returned to the baseline values. According to present data, the high intensity interval protocol may represent a time-saving alternative, since it promotes results similar to a continuous protocol of moderate intensity of greater duration.

Keywords: interval training, continuous training, oxygen uptake, energy expenditure, EPOC.

INTRODUÇÃO

A recomendação geral para perda de massa corporal, manutenção da saúde, e reduzir o risco de problemas cardiovasculares é realizar no mínimo uma quantidade de exercícios moderados ou de intensidade vigorosa de aproximadamente 1000 kcal/semana para a população geral. O *American College of Sports Medicine* - ACSM e o *American Heart Association* – AHA recomendam o mínimo de 30 minutos de atividade física moderada por pelo menos 5 dias por semana, ou o mínimo de 20 minutos de atividade física vigorosa 3 dias por semana, ou a combinação dos dois (GARBER *et al.*, 2011). Infelizmente, os protocolos que seguem esse tipo de abordagem demonstraram ser insignificantes na redução da perda de peso corporal (SHAW *et al.*, 2006; WU *et al.*, 2009). Dada a intolerância ao exercício ou a monotonia que podem estar associadas ao exercício contínuo, séries curtas de exercício foram recomendadas como uma abordagem para aumentar o tempo de lazer atribuído à atividade física, aumentando a aderência ao exercício em indivíduos sedentários (COQUART *et al.*, 2008; MURPHY *et al.*, 2009). Além disso, uma das causas mais comuns para a não participação nas atividades físicas recomendadas é atribuída à falta de tempo para se exercitar (GILLEN *et al.*, 2016). Caminhando nessa direção, GIBALA *et al.* (2012) mostraram que o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) provoca adaptações fisiológicas centrais (cardiovascular) e periféricas (músculo esquelético) semelhantes ao treinamento moderado contínuo (CONT) apesar de ser constituído por um reduzido volume total de exercício e duração.

Diversos estudos têm demonstrado que um dos mais eficientes tratamentos para a melhoria da condição física e da saúde de modo geral são os programas de exercícios vigorosos de baixo volume e alta intensidade (TUCKER *et al.*, 2016; GIST *et al.*, 2013). Embora esse método de treinamento pareça produzir menor gasto energético durante o exercício em um curto período de tempo, acredita-se que o consumo excessivo de oxigênio pós exercício (EPOC) promove melhoria geral na perda de gordura (TUCKER *et al.*, 2016; SCHAUN *et al.*, 2017). No entanto, ainda é desconhecido a eficácia dessa abordagem. Nesse contexto, o gasto energético pode ser dividido em: (1) gasto energético durante a sessão de treinamento e (2) gasto energético após o exercício (GAESSER & BROOKS, 1984) em que ambos contribuem para uma manutenção negativa do balanço energético diário (BORSHEIM & BAHR, 2003).

Gormley *et al.* (2008) mostraram resultados controversos ao comparar os resultados do exercício aeróbio de intensidade moderada com o exercício de alta intensidade. Relataram que após treinamento com duração de quatro a seis semanas, aqueles que treinaram em maior intensidade apresentaram melhores resultados no consumo máximo de oxigênio (VO₂max), mas sem diferenças na frequência cardíaca de repouso ou na pressão arterial. A ausência de aumento contínuo no VO₂ pós exercício parece ser um achado constante em estudos com baixa intensidade e/ou baixa duração de exercício.

Não foram observadas diferenças significativas no EPOC em 35 minutos de recuperação após 5 ou 20 minutos de exercício em bicicleta a 50%, 65% e 80% do VO₂max (HAGBERG *et al.*, 1980), ou em 40 minutos de recuperação após 20 a 40 minutos de exercício na esteira próximo ao limiar ventilatório anaeróbio (FREEDMAN *et al.*, 1985).

A comparação do gasto calórico durante o exercício e no EPOC entre um protocolo de HIIT e um protocolo de exercício moderado contínuo pode ajudar a esclarecer qual tipo de exercício pode induzir maior redução na gordura corporal. Partimos da hipótese de que o protocolo de HIIT produziria um maior gasto energético durante o exercício quando comparado ao protocolo do exercício moderado contínuo, e que ambas condições levariam a um aumento no EPOC. Além disso, também levantamos a hipótese de que o protocolo de HIIT causaria um maior gasto energético pós exercício comparado ao exercício moderado contínuo.

OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi comparar o efeito agudo do exercício contínuo de moderada intensidade (CONT) e intervalado de alta intensidade (HIIT) no gasto energético durante e após o exercício.

MÉTODOS

Sujeitos

Um total de 32 voluntários, 17 homens e 15 mulheres com idade média de 22,3 ± 1,9 anos, completaram o estudo. Eles relataram ser saudáveis e considerados

fisicamente ativos (participavam em pelo menos 2 horas de atividade física por semana), conforme determinado por um questionário de estado de saúde pré-exercício (Apêndice 1). Antes de começar a pesquisa todos os participantes leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 2) previamente aprovado pelo Conselho de Revisão Institucional da *California State University of Fullerton* para a Proteção de Assuntos Humanos (HSR# 16-0110).

Procedimentos

A coleta de dados foi realizada durante três visitas ao laboratório com intervalo mínimo de 48 horas. Na primeira visita foram realizadas as medidas de estatura, massa corporal, porcentagem de gordura corporal via deslocamento de ar, frequência cardíaca em repouso, VO_2 de repouso, VO_{2max} e a potência máxima no cicloergômetro. As próximas duas visitas foram ordenadas aleatoriamente, onde os participantes realizaram um protocolo de treinamento de alta intensidade intervalado (HIIT) ou então um protocolo de treinamento de moderada intensidade contínuo, ambos foram realizados em cicloergômetro. Além disso, foi pedido para que os participantes não executassem atividades físicas vigorosas por pelo menos 24 horas antes dos testes.

Medidas corporais

As medidas de massa corporal foram realizadas por meio de uma balança eletrônica previamente calibrada com os sujeitos usando apenas roupas de banho ou de compressão. Durante a medida da estatura os sujeitos foram instruídos a encostar totalmente o calcanhar na parede, olhar para frente e ficar o mais ereto possível para eliminar falsos valores.

Antes de cada teste, o BOD POD (Life Measurement Instruments, Concord, CA) foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante com a câmara vazia e utilizando um cilindro de volume conhecido (50 L). O voluntário, usando apenas roupa de banho ou de compressão e touca de natação, entrava e sentava dentro da câmara de fibra de vidro. O BOD POD era fechado e então dava-se início à medida do percentual de gordura via deslocamento do ar segundo a metodologia de MOON *et al.* (2008).

A Figura 1 apresenta a classificação do percentual de gordura aplicável a adultos de 18 anos ou mais apresentada pelo *American College of Sports Medicine – ACSM* e pelo *American Council on Exercise – ACE* (McARDLE, KATCH & KATCH, 2011).

FIGURA 1. Classificação do percentual de gordura obtido através do BOD POD de acordo com as recomendações do fabricante.

Classificação do percentual de gordura	Homem	Mulher
Arriscado (gordura corporal alta)	>30%	>40%
Gordura excessiva	21 a 30%	31 a 40%
Moderadamente magro	13 a 20%	23 a 30%
Magro	9 a 12%	19 a 22%
Muito magro	5 a 8%	15 a 18%
Arriscado (gordura corporal baixa)	<5%	<15%

Fonte: McARDLE, W.D., KATCH, F.I., KATCH, V.L. Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 7ª Edição. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2011.

Teste de consumo máximo de oxigênio (VO₂max)

O teste para medir o consumo máximo de oxigênio - VO₂max foi realizado em um cicloergômetro (Ergomedic 839E, Monark, Suécia). Antes de cada teste, a altura do selim da bicicleta foi medida e registrada para que fosse mantida nos outros testes. Os participantes ficavam em pé ao lado do cicloergômetro para estimar a altura adequada do assento (trocâter maior), em seguida, subiam na bicicleta para garantir uma ligeira flexão de joelho, evitando assim a hiperextensão ao pedalar. Após certificar que a altura do selim estava ajustada e confortável, o voluntário encaixava os pés nos pedais com o auxílio de presilhas para que não escorregassem durante a realização do teste.

O protocolo do teste consistiu em uma potência inicial do cicloergômetro de 40 W, que foi aumentada em 20 W a cada 3 minutos até que o participante não conseguisse mais manter as rotações por minuto (rpm) pré-determinadas de 70 rpm ou até a instalação da fadiga voluntária.

Ao final do teste foi calculado a frequência cardíaca de reserva do avaliado para o protocolo do treino contínuo. O cálculo utilizado foi $\{[(FC_{\text{max}} - FC_{\text{repouso}}) \times \text{porcentagem desejada}] + FC_{\text{repouso}}\}$, sendo a FC_{max} a obtida no teste de VO₂max. A potência máxima encontrada foi medida em Watts e utilizada para determinar a carga do treinamento do protocolo intervalado.

Protocolo do treino intervalado de alta intensidade - HIIT

O protocolo do treino intervalado de alta intensidade iniciava com um aquecimento leve no cicloergômetro com duração de 5 minutos. Em seguida, os

voluntários realizaram 5 repetições do exercício (pedalar) em alta intensidade, isto é, a 90% da potência máxima determinada durante o teste de VO_2max , durante 1 minuto, alternando com 2 minutos de exercício em recuperação ativa (50% da potência máxima) perfazendo um total de 20 minutos de sessão de treino. Assim como no teste de VO_2max os sujeitos foram orientados a manter a velocidade de pedalada em 70 rpm.

Protocolo do treino de moderada intensidade contínuo - CONT

O protocolo começava também com um aquecimento leve no cicloergômetro com duração de 5 minutos. Em seguida, os participantes realizaram o exercício de pedalar continuamente durante 30 minutos utilizando de 40 a 59% da frequência cardíaca de reserva calculada na primeira visita. A potência utilizada no treino era ajustada no decorrer do protocolo para que a frequência cardíaca ficasse dentro da margem estipulada. Assim como no teste de VO_2 máximo os sujeitos foram orientados a manter a velocidade de pedalada em 70 rpm.

Medidas de exercício

Antes de cada protocolo, os sujeitos permaneceram em uma posição sentada durante 5 minutos para medir o VO_2 e a frequência cardíaca de repouso, e após o exercício, o gasto energético (kcal/min) foi medido durante 30 minutos também na posição sentada. Ao longo do teste e no período do EPOC, os gases expiratórios foram coletados e monitorados a cada minuto usando um sistema de análise metabólica calibrado (Parvo Medics TrueOne® 2400 Metabolic Measurement System, Sandy, Utah). O sistema de análise metabólica foi calibrado antes de cada teste com o ar ambiente e gases padrão de volume e concentração conhecidos para os analisadores de oxigênio (O_2) e dióxido de carbono (CO_2). A calibragem do fluxo de ar também foi realizada antes de cada protocolo. Os gases respiratórios foram coletados por meio de uma válvula de respiração de duas vias (Hans-Rudolph Inc., Shawnee, Kansas) e um bocal anexado ao capacete, que os mantinha no lugar. Os voluntários usaram um clipe no nariz para garantir que a respiração ocorresse apenas pela boca. O O_2 e o CO_2 foram analisados através de uma linha de amostragem depois que os gases passaram por um pneumotacometro e uma câmara de mistura gasosa. O software do sistema informava os valores de ventilação e frações expiradas de oxigênio e dióxido de carbono que foram utilizadas para calcular o VO_2 e VCO_2 . Além disso, a frequência cardíaca foi

monitorada usando um monitor Polar® (FT1, Polar, Finland) acoplado no peitoral dos indivíduos (WALTER *et al.*, 2009).

A percepção subjetiva de esforço (PSE) de cada participante foi monitorada utilizando a escala de Borg (BORG, 1998) nos últimos 10 segundos de cada minuto do protocolo HIIT, já no moderado, nos últimos 10 segundos a cada 5 minutos.

Análise estatística

A normalidade foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene.

Para a comparação entre homens e mulheres quanto aos dados descritivos utilizou-se o teste “t de Student” para amostras independentes ou o equivalente não paramétrico quando necessário (Mann-Whitney).

As análises estatísticas incluíram ANOVA fatorial mista de três vias para quilocalorias durante o EPOC (condição [moderado vs. HIIT] x tempo [repouso vs. 5 vs. 10 vs. 15 vs. 20 vs. 25 vs. 30 min após] x gênero [masculino vs. feminino]). Análise de variância fatoriais mistas de duas vias foram utilizados para quilocalorias totais durante o exercício (condição [moderado vs. HIIT] x gênero [masculino vs. feminino]) e EPOC (condição [moderado vs. HIIT] x gênero [masculino vs. feminino]). O nível de significância utilizado foi de $p < 0,05$.

Considerando o gasto energético após o exercício, ocorreu uma quebra dos pressupostos, necessitando assim uma análise estatística avançada. Com isso, esses determinados valores foram analisados apenas visualmente.

RESULTADOS

Amostra

A Tabela 1 apresenta os dados coletados no primeiro dia de visita dos participantes. Todos os dados apresentaram distribuições normais exceto idade e potência máxima (homens) e frequência cardíaca máxima (mulheres). Devido a predominância de variáveis com distribuição normal optou-se por utilizar médias e desvios padrões para descrição da amostra. A homogeneidade das variâncias foi confirmada.

Os participantes do estudo eram jovens e aparentemente saudáveis. Os homens apresentaram massa corporal e estatura significativamente maior ($p < 0,001$) comparado às mulheres. O PG foi menor ($p < 0,001$) e o VO_{2max} ($p = 0,001$) e potência máxima ($p < 0,001$) maiores para os homens. O percentual de gordura foi classificado de acordo com o BOD POD (Figura 1) como moderadamente magro para os homens (13 a 20%) e com gordura excessiva para as mulheres (31 a 40%). Além disso, ocorreu uma diferença na potência máxima de 60W em média entre os gêneros, o que correspondeu a três estágios de três minutos a mais para os homens durante o teste de VO_{2max} . Homens e mulheres não diferiram quanto a idade e frequência cardíaca máxima.

TABELA 1. Características físicas e antropométricas dos voluntários ($n = 32$).

	Mulheres ($n=15$)	Homens ($n=17$)	Todos ($n=32$)
Idade (anos)	$22,4 \pm 2,2$	$22,2 \pm 1,6$	$22,3 \pm 1,9$
Massa (kg)	$62,8 \pm 10,5$	$79,7 \pm 9,9^*$	$71,8 \pm 13,2$
Estatura (cm)	$164,1 \pm 4,9$	$176,4 \pm 6,5^*$	$170,6 \pm 8,4$
PG (%)	$31,3 \pm 8,4^*$	$18,5 \pm 4,7$	$24,5 \pm 9,2$
VO_{2max} [$mL(kg.min)^{-1}$]	$40,2 \pm 6,6$	$49,1 \pm 7,5^*$	$44,9 \pm 8,3$
Potência máxima (W)	$142,7 \pm 32,8$	$200,0 \pm 45,8\#$	$173,1 \pm 49,2$
FCmax (bpm)	$185,1 \pm 9,6$	$180,6 \pm 13,9$	$182,6 \pm 13,3$

PG: Percentual de gordura corporal, VO_{2max} : consumo máximo de oxigênio, Potência máxima: Potência máxima atingida no teste cicloergométrico, FCmax: frequência cardíaca máxima obtida no teste. *: Teste t de Student ($p < 0,001$), #: Mann-Whitney ($p < 0,001$).

Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)

Para análise da PSE foi utilizada ANOVA mista de dois fatores (tipo de exercício x gênero). Todos os pressupostos foram atendidos para a análise (normalidade, homocedasticidade e igualdade de covariâncias). Não houve diferença significativa quanto ao tipo de exercício ($p = 0,08$) e entre homens e mulheres ($p = 0,85$). Não houve interação entre os fatores, isto é, o fato de ser homem ou mulher não alterou o comportamento da PSE nos diferentes tipos de exercício ($p = 0,06$).

Os valores da PSE se mantiveram constantes durante o período do protocolo CONT (Figura 2), enquanto no protocolo HIIT os valores obtidos foram mais altos (Figura 3) durante os minutos de esforços do que os minutos de recuperação, ocasionando assim em oscilações da percepção subjetiva durante o exercício. No

protocolo de HIIT os valores coletados ficaram abaixo do esperado, a expectativa era de que os participantes chegassem no máximo esforço (19-20) durante os minutos de atividade intensa. Já no protocolo CONT, a expectativa era de uma constância no decorrer do treino (12-13), respeitando assim a nossa hipótese.

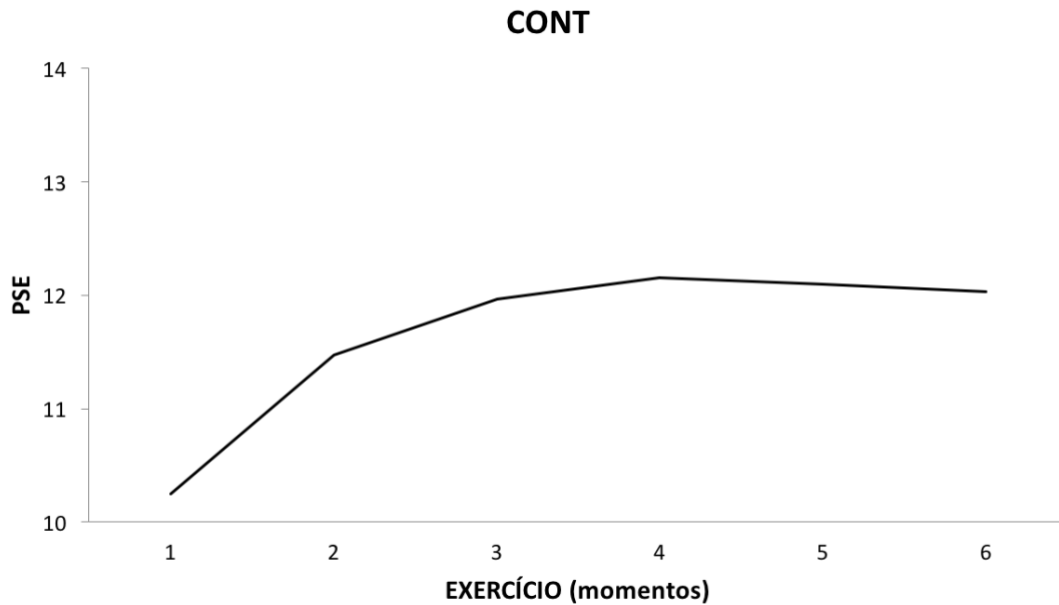


FIGURA 2. Percepção subjetiva de esforço (PSE) dos participantes ao longo do protocolo contínuo moderado (CONT; $n = 32$) coletada em 6 momentos com intervalos de 5 minutos.

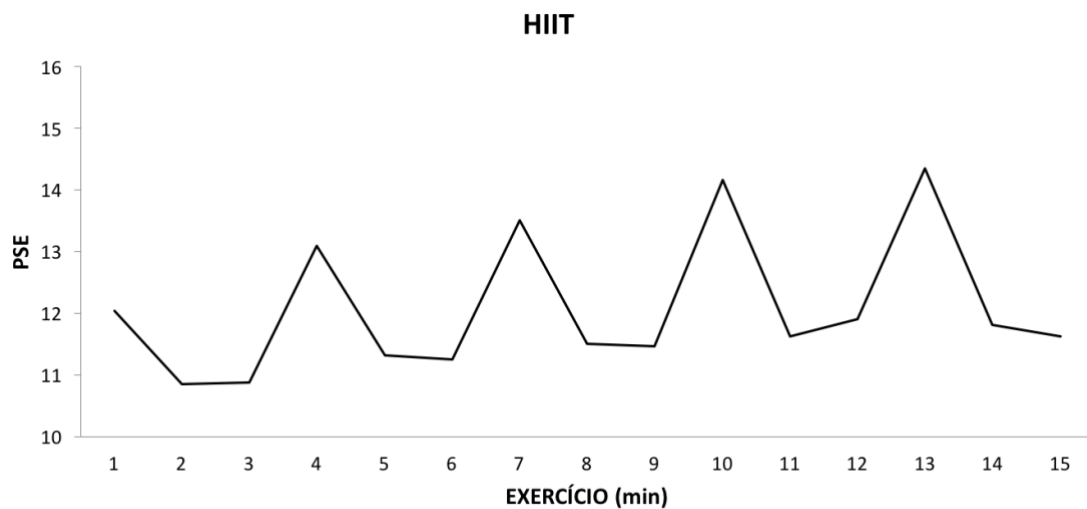


FIGURA 3. Percepção subjetiva de esforço (PSE) dos participantes ao longo do protocolo intervalado de alta intensidade (HIIT; $n = 32$).

Protocolos de exercícios

Para análise do gasto energético no repouso utilizou-se ANOVA mista de dois fatores (tipo de exercício x gênero). Quanto aos efeitos principais, observou-se que independente do gênero, o protocolo moderado CONT ($265,2 \pm 80,1$ kcal) gastou mais energia comparado ao protocolo intervalado HIIT ($143,7 \pm 36,6$ kcal) ($p < 0,0001$) (Tabela 2).

TABELA 2. Gasto energético (kcal/min) no repouso, durante os exercícios dos protocolos contínuo moderado (CONT) e intervalado de alta intensidade (HIIT), pós-exercício (soma dos 30 minutos) e a cada 5 minutos dos 30 min de recuperação (Rec).

PROTOCOLO CONTÍNUO MODERADO (CONT)			
	Mulheres (n=15)	Homens (n=17)	Todos (n=32)
Repouso	$6,4 \pm 1,6$	$10,1 \pm 2,8^*$	$8,4 \pm 2,9$
Exercício	$204,5 \pm 40,0$	$318,8 \pm 67,2^*$	$265,2 \pm 80,1^{\#}$
Pós-exercício	$45,0 \pm 8,5$	$65,4 \pm 11,8^*$	$55,8 \pm 14,6^{\#}$
Rec 5 min	$11,4 \pm 2,1^{\dagger}$	$16,6 \pm 3,4^{\dagger}$	$14,1 \pm 3,8$
Rec 10 min	$7,2 \pm 1,5^{\dagger}$	$10,6 \pm 1,9^{\dagger}$	$9,0 \pm 2,4$
Rec 15 min	$6,7 \pm 1,2$	$9,8 \pm 1,8$	$8,3 \pm 2,2$
Rec 20 min	$6,6 \pm 1,2$	$9,5 \pm 1,5$	$8,2 \pm 2,0$
Rec 25 min	$6,5 \pm 1,3$	$9,6 \pm 1,9$	$8,1 \pm 2,2$
Rec 30 min	$6,5 \pm 1,4$	$9,4 \pm 2,0$	$8,1 \pm 2,3$
PROTOCOLO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT)			
	Mulheres (n=15)	Homens (n=17)	Todos (n=32)
Repouso	$6,1 \pm 1,6$	$9,2 \pm 1,9^*$	$7,8 \pm 2,3$
Exercício	$115,6 \pm 21,1$	$168,4 \pm 28,7^*$	$143,7 \pm 36,6$
Pós-exercício	$42,0 \pm 6,8$	$62,5 \pm 9,4^*$	$52,9 \pm 13,2$
Rec 5 min	$11,7 \pm 2,0^{\dagger}$	$16,3 \pm 2,6^{\dagger}$	$14,1 \pm 3,3$
Rec 10 min	$6,8 \pm 1,1^{\dagger}$	$10,2 \pm 1,6^{\dagger}$	$8,6 \pm 2,2$
Rec 15 min	$6,4 \pm 1,3$	$9,6 \pm 1,4$	$8,1 \pm 2,1$
Rec 20 min	$6,2 \pm 1,1$	$9,00 \pm 1,5$	$7,7 \pm 2,0$
Rec 25 min	$5,9 \pm 1,0$	$9,00 \pm 1,6$	$7,6 \pm 2,0$
Rec 30 min	$5,8 \pm 1,0$	$9,00 \pm 1,4$	$7,5 \pm 2,0$

*: Diferença significativa entre gêneros, ($p < 0,05$). #: Diferença significativa entre protocolos ($p < 0,05$). †: Valores visualmente mais elevados que o repouso.

Foi observado também que independente do protocolo de exercício, as mulheres gastaram menos energia ($p < 0,001$). Houve interação entre os fatores, isto é, homens e mulheres apresentaram respostas diferentes aos distintos tipos de exercício ($p < 0,001$) (Figura 4).

Recuperação pós-exercício

A Tabela 2 apresenta os valores de gasto energético registrados no repouso, nos exercícios e durante 30 minutos de recuperação. Na recuperação os valores foram apresentados como a soma dos 30 minutos (Pós exercício) e a cada 5 minutos de recuperação. Os homens apresentaram gasto energético de repouso, durante o exercício contínuo e intervalado maiores comparado às mulheres ($p < 0,05$). Durante o exercício, ocorreu um aumento no consumo de oxigênio (VO_2) para suportar o aumento da necessidade de energia. Após o exercício, o VO_2 não retorna aos níveis de repouso imediatamente, podendo ficar elevado acima dos níveis de repouso por um período de tempo (BORSHEIM & BAHR, 2003). Como pode ser observado na Tabela 2, os valores do gasto energético se mantiveram visualmente elevados nos dez primeiros minutos após execução dos exercícios dos protocolos (CONT e HIIT) sem, contudo, diferir significativamente entre os exercícios ($p < 0,05$). Porém, ao final de quinze minutos após os exercícios, os valores já haviam voltado aos níveis de repouso.

Para melhor visualização dos resultados de gasto energético apresentamos a Figura 4, onde observa-se claramente a diferença entre homens e mulheres.

DISCUSSÃO

A amostra dessa pesquisa revelou que todos os participantes praticavam no mínimo duas horas de atividade física por semana, porém, não foi controlado a quantidade e intensidade das atividades semanais. Com isso, os níveis de treinamento podem ter sido negligenciados entre os participantes do estudo. O efeito do nível de treinamento não é fácil de ser estudado, já que comparar grupos de diferentes níveis na mesma intensidade absoluta do exercício significa que os indivíduos mais treinados estão se exercitando em uma intensidade relativa menor, o que influenciaria o gasto

energético pós exercício. Além disso, parece que para os indivíduos treinados os níveis de VO_2 elevados pós exercício retornam mais rapidamente quando se exercitam na mesma carga de trabalho absoluto ou relativo (BORSHEIM & BAHR, 2003).

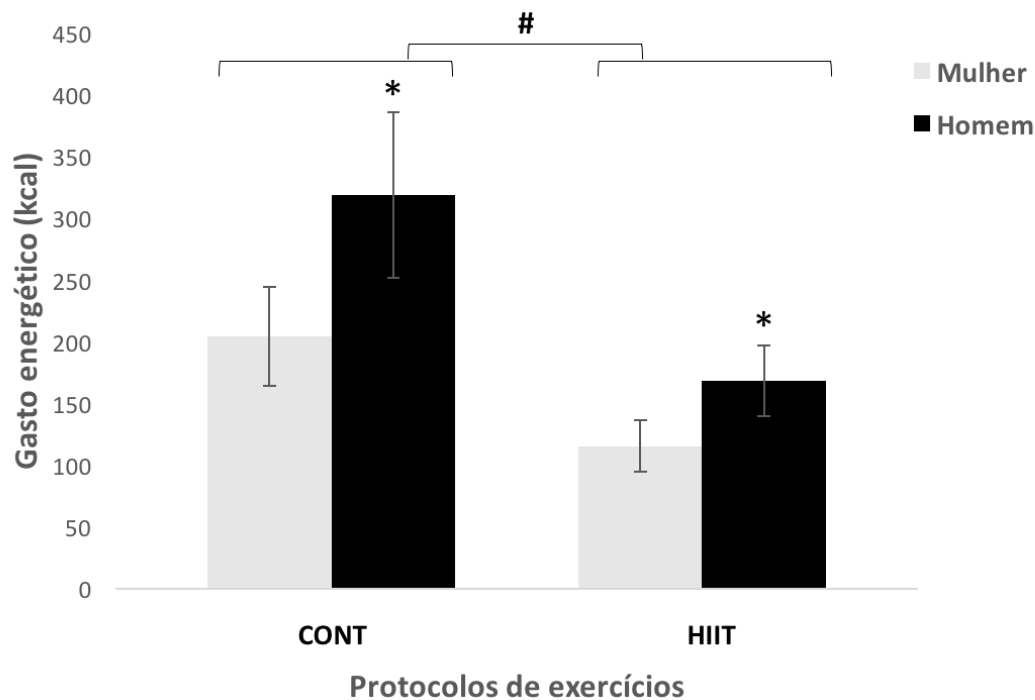


FIGURA 4. Comparação do gasto energético durante o protocolo moderado contínuo (CONT) e o protocolo intervalado de alta intensidade (HIIT) por sexo (*: $p < 0,001$). #: Significância ANOVA fatorial mista entre protocolos ($p < 0,0001$).

O principal achado desse estudo foi o maior gasto energético total no protocolo CONT ($p < 0,0001$) em comparação com o protocolo HIIT, mesmo com a percepção subjetiva de esforço dos voluntários apresentando oscilações para o exercício de HIIT. Esses dados corroboram com a pesquisa de SCHAUN *et al.* (2017) em que o VO_2 absoluto e gasto energético total foi maior no protocolo de CONT quando comparado com o protocolo HIIT. Além disso, os valores também foram maiores para os homens quando comparados com as mulheres, em ambos os protocolos de exercícios.

Em relação ao gasto energético total durante as sessões de exercício, os valores obtidos foram menores quando comparados a outros estudos. Smith e Mc Naughton (1993) realizaram um estudo com homens e mulheres pedalando a 70% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ por 30 minutos e obtiveram um gasto energético de 379 kcal. Matsuo *et al.* (2012) encontraram resultados semelhantes em homens saudáveis com gasto energético total de

351 kcal após 30 minutos pedalando a 60-65% do VO_2max . No entanto, em seu protocolo de HIIT, tiveram um gasto inferior após os sujeitos realizarem sete séries de 30 segundos a 120% do VO_2max alternando com 15 segundos de descanso passivo no cicloergômetro, resultando em apenas 77,8 kcal. Mesmo em um protocolo de HIIT na esteira com homens saudáveis que realizaram um aquecimento de quatro minutos correspondente a 90-95% do primeiro limiar ventilatório seguidos de três minutos de descanso ativo e oito séries de 20 segundos de exercício alternando com 10 segundos de descanso passivo observou-se um gasto energético total menor de 52,8 kcal (SCHAUN *et al.*, 2017).

Essas diferenças encontradas podem ser explicadas por três fatores importantes: (1) a diferença entre gêneros dos sujeitos participantes das pesquisas, já que Schaun *et al.* (2017) e Matsuo *et al.* (2012) utilizaram em seus estudos somente homens, já o estudo de Smith & Mc Naughton (1993) e o nosso, utilizaram-se de amostra mista (homens e mulheres); (2) o volume total dos exercícios, sendo que o grupo de Schaun *et al.* (2017) realizaram 160 s (2,7 min) enquanto o nosso grupo realizou 300 s (5 min); (3) as condições físicas dos participantes, apesar dos sujeitos homens serem considerados saudáveis no grupo de Schaun *et al.* (2017), eles apresentaram um valor de VO_2max menor comparado ao nosso grupo (44,5 vs 49,2 $\text{mL}(\text{kg}.\text{min})^{-1}$).

Um maior gasto energético já era esperado no protocolo moderado contínuo quando comparado com o intervalado de alta intensidade em estudos anteriores que mostraram que quando os volumes são similares entre os protocolos, aqueles que são conduzidos com mais intensidade induzem a um maior gasto energético (BORSHEIM & BAHR, 2003; MCGARVEY *et al.*, 2005; SMITH & MC NAUGHTON, 1993). No entanto, as sessões de exercícios intermitentes em alta intensidade costumam ter uma menor duração quando comparados com exercícios contínuos moderados, logo o gasto energético tende a ser maior nos protocolos contínuos (MATSUO *et al.*, 2012; SKELLY *et al.*, 2014; SCHAUN *et al.*, 2017).

O gênero também é fator importante que pode influenciar no gasto energético durante o exercício e na recuperação, o que acaba sendo uma limitação do nosso estudo. O gasto energético pode apresentar-se diferente de acordo com o período menstrual das mulheres (SOLOMON *et al.*, 1982; HESSEMER & BRUCK, 1985), o que nem sempre é levado em consideração em outros estudos sobre o tema (BORSHEIM & BAHR, 2003). Com isso, o efeito do gênero no gasto energético ainda não está totalmente

esclarecido, porém o controle das mudanças durante o período menstrual é importante em estudos envolvendo mulheres (BORSHEIM & BAHR, 2003). Além disso, as mulheres do nosso estudo foram classificadas em uma categoria acima da dos homens quanto ao percentual de gordura, isso pode ser um viés para os valores encontrados no gasto energético em repouso, durante e após o exercício, já que tendo menos massa magra do que os homens elas tendem a gastar menos energia no mesmo tempo (McARDLE, KATCH & KATCH, 2011). Smith & Mc Naughton (1993) encontraram valores absolutos maiores na magnitude do EPOC para homens em todas as condições (30 minutos de exercício a 40%, 50% e 70% do $\text{VO}_{2\text{max}}$) quando comparados com as mulheres, mas essa diferença desaparecia quando corrigida para a massa corporal, mostrando assim que não existia diferença quando o EPOC era expressado em porcentagem do gasto energético total.

O gasto energético após o exercício apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os protocolos com valores maiores para o CONT, o que contraria vários estudos (SCHAUN *et al.*, 2017; FREY *et al.*, 1993; GREER *et al.*, 2015; LAFORGIA *et al.*, 1997; LARSEN *et al.*, 2014; MALATESTA *et al.*, 2009; METCALFE *et al.*, 2015). Larsen *et al.* (2014) encontraram o gasto energético após exercício durante aproximadamente 48 min com o dobro de magnitude (2,9 vs. 1,4 L de O_2) após o HIIT ($4 \times 4:3$ min 85–95% FC_{max} e 70% FC_{max}) quando comparado com uma sessão de CONT (47 min 70% FC_{max}). No entanto, o estudo realizado por McGarvey *et al.* (2005) encontrou resultados onde não ocorreu diferença significativa entre o HIIT ($7 \times 2:3$ min 90% $\text{VO}_{2\text{max}}$ e 30% $\text{VO}_{2\text{max}}$) e o CONT (30 min 60% $\text{VO}_{2\text{max}}$), com valores de gasto energético pós exercício de 7,6 vs. 7,0 L de O_2 , respectivamente.

O gasto energético após ambos os exercícios se manteve visualmente elevado durante os cinco primeiros minutos (Tabela 2), voltando aos valores de repouso entre os minutos 10 e 15. De acordo com Gore e Withers (1990), a intensidade do esforço mostrou ser capaz de explicar aproximadamente 45,5% da variação no gasto energético pós exercício comparado com apenas 8,9% para a duração do esforço. Contudo, a intensidade apresentada no protocolo HIIT do nosso estudo (90% da potência máxima atingida) não foi suficiente para superar o protocolo CONT (40-59% da FC de reserva) quanto ao gasto energético durante e após o exercício.

Alguns estudos mostraram resultados diferentes do nosso grupo CONT quanto ao gasto energético pós exercício, porém com durações mais curtas. Olmedo (2011) e Dawson *et al.* (1996) encontraram uma duração de 9 e 14 minutos após 30 minutos a

65% do $\text{VO}_{2\text{max}}$, respectivamente. O grupo CONT se aproximou dos resultados encontrados pelo trabalho de Townsend *et al.* (2013), com aproximadamente 6 minutos de duração no gasto energético elevado após 30 minutos de corrida a 60% da FC de reserva.

Em relação ao gasto energético pós exercício do grupo HIIT, estudos mostraram durações de 17 minutos (OLMEDO, 2011) até 12 horas (GREER *et al.*, 2015), o que supera significativamente o resultado encontrado aqui. Mesmo assim, diversas pesquisas mostraram respostas maiores para os grupos HIIT (SCHAUN *et al.*, 2017; BAHR *et al.*, 1992; FRIEDMAN *et al.*, 2012; GREER *et al.*, 2015; LAFORGIA *et al.*, 1997; LARSEN *et al.*, 2014; MCGARVEY *et al.*, 2005; METCALFE *et al.*, 2015; SKELLY *et al.*, 2014).

Além disso, Skelly *et al.* (2014) apresentaram dados em que o protocolo HIIT (10 x 60 s a 90% da FC_{max} com 60 s de recuperação ativa a 50 W) é um método eficiente em termos de tempo para provocar um aumento no gasto energético em 24 horas, similar a um protocolo CONT (50 min a 70% da FC_{max}) que envolveu uma duração maior no tempo de exercício e maior quantidade de trabalho mecânico. Então, o HIIT pode ser uma opção prática para aquelas pessoas que relatam não ter tempo para praticar atividades físicas (GILLEN *et al.*, 2016).

Em resumo, a magnitude do gasto energético após o exercício é claramente dependente do volume e intensidade do exercício. Existe uma relação curvilínea entre a magnitude do gasto energético pós exercício e a intensidade do exercício. Pelo menos para o ciclismo, parece que uma intensidade acima de 50-60% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ é necessária para induzir um gasto energético elevado e que dure por várias horas após o exercício (BORSHEIM & BAHR, 2003).

Existem várias questões metodológicas que são importantes a serem consideradas ao estudar EPOC. Alguns problemas metodológicos podem emitir falsos valores, como no caso do VO_2 de repouso que devido à falta de padronização pode ser medido de diferentes formas, e assim podendo afetar o resultado final do gasto energético após o exercício. Alguns estudos utilizam a medida do VO_2 pré exercício para cálculo do VO_2 de repouso, enquanto outros medem os 30 minutos de descanso pela manhã e utilizam os 10 minutos finais para o cálculo do EPOC. Além disso, há também uma divergência entre medir o VO_2 pós exercício na posição sentada ou deitada, o que pode emitir valores menores para aqueles que realizam a medida de forma deitada. Outro ponto importante é que diferentes métodos estão sendo utilizados

para determinar quando o VO_2 retornou para os valores de repouso. Alguns autores medem de uma forma contínua enquanto outros medem apenas em pontos pré-determinados (BORSHEIM & BAHR, 2003).

Finalmente, nós recomendamos que os futuros pesquisadores se atentem a todas as limitações citadas no presente estudo a fim de realizar um trabalho no qual possa analisar o gasto energético durante e após o exercício da melhor maneira. Além disso, são necessários mais estudos que sejam realizados com um número maior de participantes, observando-se a diferença entre gêneros, e com diferentes tipos de protocolos HIIT e com abordagem de forma crônica.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, nossos dados sugerem que o gasto energético total dos exercícios, independente do gênero, é maior durante uma sessão de treinamento contínuo moderado quando comparado ao treinamento intervalado de alta intensidade. Além do que, os achados desse estudo mostraram que as mulheres gastaram menos energia independente do protocolo realizado.

Ao final de quinze minutos de recuperação após a sessão de exercício, em ambos os protocolos, o gasto energético já havia retornado aos valores de repouso. E de acordo com os nossos dados, o protocolo intervalado de alta intensidade pode representar uma opção poupadora de tempo visto que promove resultados pós-exercício semelhantes a um protocolo contínuo de moderada intensidade de duração maior.

REFERÊNCIAS

BAHR, R., GRONNEROD, O. & SEJERSTED, O.M. Effect of supramaximal exercise on excess postexercise O₂ consumption. **Med Sci Sports Exerc.** 24:66–71, 1992.

BORG, G. Borg's Rating of Perceived Exertion and Pain Scale. **Champaign, IL: Human Kinetics**, 1998.

BORSHEIM, E. & BAHR, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Med.** 33:1037–1060. doi:10.2165/00007256-200333140-00002, 2003.

COQUART, J.B., LEMAIRE, C., DUBART, A.E., LUTTEMBACHER, D.P., DOUILLARD, C. & GARCIN, M. Intermittent versus continuous exercise: effects of perceptually lower exercise in obese women. **Med Sci Sports Exerc.** 40(8):1546–1553, 2008.

DAWSON, B., STRATON, S. & RANDALL, N. Oxygen consumption during recovery from prolonged submaximal cycling below the anaerobic threshold. **J Sports Med Phys Fit.** 36:77–84, 1996.

FREEDMAN-AKABAS, S., COLT, E., KISSILEFF, H.R. & PI-SUNYER, F.X. Lack of sustained increase in VO₂ following exercise in fit and unfit subjects. **Am J Clin Nutr.** 41: 545-9, 1985.

FREY G.C., BYRNES, W.C. & MAZZEO, R.S. Factors influencing excess postexercise oxygen consumption in trained and untrained women. **Metabolism.** 42:822–828. doi:10.1016/0026-0495(93)90053-Q, 1993.

FRIEDMAN, R.A., NAVALTA, J.W., FEDOR, E.A., KELL, H.B., LYONS, T.S., ARNETT, S.W. & SCHAFER, M.A. Repeated high-intensity Wingate cycle bouts influence markers of lymphocyte migration but not apoptosis. **Appl Physiol Nutr Metab.** 37:241–246. doi:10.1139/h11-156, 2012.

GAESSER, G.A. & BROOKS, G.A. Metabolic bases of excess postexercise oxygen consumption: a review. **Med Sci Sports Exerc.** 16:29–43. doi:10.1249/00005768-198401000-00008, 1984.

GARBER, C.E., BLISSMER, B., DESCHENES, M.R., FRANKLIN, B.A., LAMONTE, M.J., LEE, I.M., NIEMAN, D.C., SWAIN, D.P. & AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc.** 43(7), 1334-1359, 2011.

GIBALA, M.J., LITTLE, J.P., MACDONALD, M.J., & HAWLEY, J.A. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. **J. Physiol.** 590(5): 1077–1084. doi:10.1113/jphysiol.2011.224725. PMID: 22289907, 2012.

GILLEN, J.B., MARTIN, B.J., MACINNIS, M.J., SKELLY, L.E., TARNOPOLSKY, M.A., & GIBALA, M.J. Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. **PLoS ONE.** 11(4), 2016.

GIST, N.H., FEDEWA, M.V., DISHMAN, R.K., & CURETON, K.J. Sprint Interval Training Effects on Aerobic Capacity: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med.** DOI 10.1007/s40279-013-0115-0, 2014.

GORE, C.J. & WITHERS, R.T. The effect of exercise intensity and duration on the oxygen deficit and excess post-exercise oxygen consumption. **Eur J Appl Physiol.** 60:169–174. doi:10.1007/BF00713508, 1990.

GORMLEY, S.E., SWAIN, D.P., HIGH, R.H., SPINA, R.J., DOWLING, E.A., KOTIPALLI, U. & GANDRAKOTA, R. Effect of intensity of aerobic training on VO₂max. **Med Sci Sports Exerc.** 40(7), 1336-1343, 2008.

GREER, B.K., SIRITHIENTHAD, P., MOFFATT, R.J., MARCELLO, R.T. & PANTON, L.B. EPOC comparison between isocaloric bouts of steady-state aerobic, intermittent aerobic, and resistance training. **Res Q Exerc Sport.** 86:190–195.

doi:10.1080/02701367.2014.999190, 2015.

HAGBERG, J.M., MULLIN, J.P. & NAGLE, F.J. Effect of work intensity and duration on recovery O₂. **J Appl Physiol**; 48: 540-4, 1980.

HESSEMER, V. & BRUCK, K. Influence of menstrual cycle on thermoregulatory, metabolic, and heart rate responses to exercise at night. **J Appl Physiol**. 59 (6): 1911-7, 1985.

LAFORGIA, J., WITHERS, R.T., SHIPP, N.J. & GORE, C.J. Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. **J Appl Physiol**. 82:661–666, 1997.

LARSEN, I., WELDE, B., MARTINS, C. & TJONNA, A.E. High- and moderate-intensity aerobic exercise and excess post-exercise oxygen consumption in men with metabolic syndrome. **Scand J Med Sci Sports**. 24:e174–e179. doi:10.1111/sms.12132, 2014.

MALATESTA, D., WERLEN, C., BULFARO, S., CHENEVIERE, X. & BORRANI, F. Effect of high-intensity interval exercise on lipid oxidation during postexercise recovery. **Med Sci Sports Exerc**. 41:364–374. doi:10.1249/MSS.0b013e3181857edo, 2009.

MATSUO, T., OHKAWARA, K., SEINO, S., SHIMOJO, N., YAMADA, S., OHSHIMA, H., TANAKA, K. & MUKAI, C. Cardiorespiratory fitness level correlates inversely with excess post-exercise oxygen consumption after aerobic-type interval training. **BMC Res Notes**. 5:646. doi:10.1186/1756-0500-5-646, 2012.

McARDLE, W.D., KATCH, F.I., KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício. Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. 7ª Edição. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2011.

McGARVEY, W., JONES, R. & PETERSEN, S. Excess post-exercise oxygen consumption following continuous and interval cycling exercise. **Int J Sport Nutr Exerc Metab.** 15:28–37. doi:10.1123/ijsnem.15.1.28, 2005.

METCALFE, R.S., KOUMANOV, F., RUFFINO, J.S., STOKES, K.A., HOLMAN, G.D., THOMPSON, D. & VOLLAARD, N.B. Physiological and molecular responses to an acute bout of reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT). **Eur J Appl Physiol.** 115:2321–2334. doi:10.1007/s00421-015-3217-6, 2015.

MOON, J.R., TOBKIN, S.E., COSTA, P.B., SMALLS, M., MIEDING, W.K., O’KROY, J. A., ZOELLER, R.F. & STOUT, J.R. Validity of the bod pod for assessing body composition in athletic high school boys. **J Strength Cond Res.** 22(1)/263–268, 2008.

MURPHY, M.H., BLAIR, S.N. & MURTAGH, E.M. Accumulated versus continuous exercise for health benefit: a review of empirical studies. **Sports Med.** 39(1):29–43, 2009.

OLMEDO, A.C. Post-exercise oxygen consumption after continuous and interval exercise on a treadmill. **Apunts Educación Física y Deportes.** 104:21–27. doi:10.5672/apunts.2014-0983.es(2011/2).104.02, 2011.

SCHAUN, G.Z., ALBERTON, C.L., RIBEIRO, D.O. & PINTO, S.S. Acute effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training sessions on cardiorespiratory parameters in healthy young men. **Eur J Appl Physiol.** 117:1437–1444, 2017.

SHAW, K., GENNET, H., O’ROURKE, P. & DEL MAR, C. **Exercise for Overweight or Obesity**, John Wiley & Sons, The Cochrane Collaboration, 2006.

SKELLY, L.E., ANDREWS, P.C., GILLEN, J.B., MARTIN, B.J., PERCIVAL, M.E. & GIBALA, M.J. High intensity interval exercise induces 24-h energy expenditure similar to traditional endurance exercise despite reduced time commitment. **Appl Physiol Nutr Metab** 39:845–848. doi:10.1139/apnm-2013-0562, 2014.

SMITH, J. & McNAUGHTON, L. The effects of intensity of exercise on excess postexercise oxygen consumption and energy expenditure in moderately trained men and women. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol** 67:420–425. doi:10.1007/BF00376458, 1993.

SOLOMON, S.J., KURZER, M.S. & CALLOWAY, D.H. Menstrual cycle and basal metabolic rate in women. **Am J Clin Nutr.** 36 (4): 611-6, 1982.

TOWNSEND, J.R., STOUT, J.R., MORTON, A.B., JAJTNER, A.R., GONZALEZ, A.M., WELLS, A.J., MANGINE, G.T, McCORMACK, W.P., EMERSON, N.S., ROBINSON IV, E.H., HOFFMAN, J.R., FRAGALA, M.S. & COSIO-LIMA, L. Excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) following multiple effort sprint and moderate aerobic exercise. **Kinesiology.** 45:16–21, 2013.

TUCKER, W.J., ANGADI, S.S. & GAESSER, G.A. Excess postexercise oxygen consumption after high-intensity and sprint interval exercise, and continuous steady-state exercise. **J Strength Cond Res**, 30(11):3090-3097, 2016.

WALTER, A.A., HERDA, T.J., RYAN, E.D., COSTA, P.B., HOGE, K.M., BECK, T.W., STOUT, J.R. & CRAMER, J.T. Acute effects of a thermogenic nutritional supplement on cycling time to exhaustion and muscular strength in college-aged men. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, 13;6:15. doi: 10.1186/1550-2783-6-15, 2009.

WU, T., GAO, X., CHEN, M. & VAN DAM, R.M. Long-term effectiveness of diet-plus exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: a meta-analysis: obesity Management. **Obesity Reviews**, 10(3):313-23. doi: 10.1111/j.1467-789X.2008.00547, 2009.

APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO DE ESTADO DE SAÚDE PRÉ-EXERCÍCIO



CALIFORNIA STATE UNIVERSITY
FULLERTON

Exercise Physiology Laboratory
California State University, Fullerton
Department of Kinesiology, KHS-014
Fullerton, CA 92834
(657) 278-4232

PRE-EXERCISE TESTING HEALTH STATUS QUESTIONNAIRE

Name _____ Date _____

Home Address

Work Phone _____ Home Phone _____

Person to contact in case of emergency

Emergency Contact Phone _____ Birthday (mm/dd/yy) ____/____/____

Personal Physician _____ Physician's Phone _____

Gender _____ Age _____(yrs) Height _____(ft) _____(in) Weight _____(lbs)

Does the above weight indicate: a gain_____ a loss_____ no change_____ in the past year?

If a change, how many pounds? _____(lbs)

A. JOINT-MUSCLE STATUS (✓Check areas where you currently have problems)

Joint Areas

- ☐ Wrists
- ☐ Elbows
- ☐ Shoulders
- ☐ Upper Spine & Neck
- ☐ Lower Spine
- ☐ Hips
- ☐ Knees
- ☐ Ankles
- ☐ Feet
- ☐ Other _____

Muscle Areas

- ☐ Arms
- ☐ Shoulders
- ☐ Chest
- ☐ Upper Back & Neck
- ☐ Abdominal Regions
- ☐ Lower Back
- ☐ Buttocks
- ☐ Thighs
- ☐ Lower Leg
- ☐ Feet
- ☐ Other _____

B. HEALTH STATUS (✓Check if you currently have any of the following conditions)

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> High Blood Pressure | <input type="checkbox"/> Diabetes or Blood Sugar Level |
| <input type="checkbox"/> Abnormality | |
| <input type="checkbox"/> Heart Disease or Dysfunction | <input type="checkbox"/> Hernias |
| <input type="checkbox"/> Peripheral Circulatory Disorder | <input type="checkbox"/> Thyroid Dysfunction |

- () Lung Disease or Dysfunction
- () Arthritis or Gout
- () Edema
- () Epilepsy
- () Multiple Sclerosis
- () High Blood Cholesterol or Triglyceride Levels
- () Acute Infection
- () Anemia

- () Pancreas Dysfunction
- () Liver Dysfunction
- () Kidney Dysfunction
- () Phenylketonuria (PKU)
- () Loss of Consciousness
- () Others that you feel we should know about _____
- () Allergic reactions to medication please describe

- () Allergic reactions to any other substance please describe

C. PHYSICAL EXAMINATION HISTORY

Approximate date of your last physical examination _____

Physical problems noted at that time _____

Has a physician ever made any recommendations relative to limiting your level of physical exertion? _____ YES _____ NO

If YES, what limitations were recommended?

D. CURRENT MEDICATION USAGE (List the drug name and the condition being managed)

<u>MEDICATION</u>	<u>CONDITION</u>
_____	_____
_____	_____
_____	_____

E. PHYSICAL PERCEPTIONS (Indicate any unusual sensations or perceptions. ✓Check if you have recently experienced any of the following during or soon after *physical activity* (PA); or during *sedentary periods* (SED))

<u>PA</u>	<u>SED</u>	<u>PA</u>	<u>SED</u>
()	()	()	()
()	()	()	()
()	()	()	()
()	()	()	()
()	()	()	()
()	()	()	()
()	()	()	()
()	()	()	()
()	()	()	()
()	()	()	()

F. FAMILY HISTORY (✓Check if any of your blood relatives . . . parents, brothers, sisters, aunts, uncles, and/or grandparents . . . have or had any of the following)

- () Heart Disease
- () Heart Attacks or Strokes (prior to age 50)
- () Elevated Blood Cholesterol or Triglyceride Levels
- () High Blood Pressure
- () Diabetes
- () Sudden Death (other than accidental)
- () Cancer

H. EXERCISE STATUS

Do you regularly engage in aerobic forms of exercise (i.e., jogging, cycling, walking, etc.)?

YES NO

How long have you engaged in this form of exercise? _____ years _____ months

How many hours per week do you spend for this type of exercise? _____ hours

Do you regularly lift weights?

YES NO

How long have you engaged in this form of exercise? _____ years _____ months

How many hours per week do you spend for this type of exercise? _____ hours

Do you regularly play recreational sports (i.e., basketball, racquetball, volleyball, etc.)?

YES NO

How long have you engaged in this form of exercise? _____ years _____ months

How many hours per week do you spend for this type of exercise? _____ hours

APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



CALIFORNIA STATE UNIVERSITY, FULLERTON

Informed Consent

Title of Project: The effects of moderate versus high intensity aerobic exercise on energy expenditure and EPOC

Principal Investigator: Dr. Pablo B. Costa, PhD

You are being asked to participate in this research study because you are a healthy college-aged male or female. Participation in this research is completely voluntary, so please read the following information carefully. You may ask questions about anything that you do not understand before deciding if you wish to participate. One of the researchers will be available to answer your questions.

Purpose of the Study: The purpose of this study is to compare the effects of an acute bout of moderate- versus high-intensity exercise on oxygen consumption, caloric expenditure, macronutrient utilization, and excess post-exercise energy consumption. The entire study will take place at California State University, Fullerton. All participants will perform the same procedures. If you choose to participate, you will provide to the best of your knowledge a complete history of your personal and family health history, smoking, exercise, and dietary habits, and a list of any medications and supplements that you are taking.

Procedures: You will visit the Exercise Laboratory (KHS 014) three times, once for a familiarization trial (Visit 1) and two for the experimental trials (Visit 2 and 3). All visits will take part with 48 hours to 7 days between sessions.

Visit 1

- 1- Sign and date an Informed consent document (this document) indicating you understand all procedures and your rights as a research subject.
- 2- Fill out a PRE-EXERCISE TESTING HEALTH & EXERCISE STATUS QUESTIONNAIRE, which may determine your ability to participate in this study.
- 3- Set a schedule for 2 (two) additional laboratory visits. The visits will be in the Exercise Physiology Laboratory.
- 4- Practice the familiarization protocol. This stage is helpful for you to acquaint yourself with the laboratory and testing equipment and to reduce any potential learning effects.
- 5- Perform anthropometric assessments (body mass, height, circumferences, and body composition).
- 6- You will be asked to perform a test to determine your $\text{VO}_{2\text{max}}$. In order to do that, you will use a cycle ergometer and metabolic cart.
- 7- The test consists in pedaling at a cadence of 40 watts and increased 20 watts every 3 minutes until you can no longer maintain the required power output at a pedaling rate of 70 RPM or volitional termination due to fatigue.
- 8- During the exercise, we will ask for your rating of perceived exertion (RPE).



CALIFORNIA STATE UNIVERSITY, FULLERTON

The entire visit to the laboratory for the experimental trial will take approximately 30 minutes. The following two visits will be randomized:

Visit 2

- 1- Your resting HR will be recorded.
- 2- You will pedal to warm-up for 5 minutes.
- 3- You will pedal for 45 minutes, in a moderate intensity (40-59% HR reserve), that will be determined by us.
- 4- Your RPE will be obtained during the exercise.
- 5- At the end of the test, you will have your post-exercise responses measured for 30 minutes.

The entire visit to the laboratory will take approximately 90 minutes.

Visit 3

- 1- You will pedal to warm-up for 5 minutes.
- 2- You will perform a high intensity exercise protocol, which consists of 5 sets of 1 minute at high intensity (90% peak power obtained during your $\text{VO}_{2\text{max}}$ test) and 2 minutes of active recovery (at 50% of peak power) for a total of 15 minutes.
- 3- Your RPE will be obtained during the exercise.
- 4- At the end of the test, you will have your post-exercise responses measured for 30 minutes.

The entire visit to the laboratory will take approximately 60 minutes.

Benefits/Risks: Risks you may encounter are exercise-related blood pressure increases and potential muscle soreness caused by the exercise. The benefit you will gain is information of your aerobic energy cost (i.e., calories expended) during both testing sessions. When the study is completed, we can share with you your cardiovascular responses and body composition (i.e., body fat percentage) results. The entire visit to the laboratory for the familiarization and experimental trials will last approximately 1 hour.

Confidentiality: The records of this study will be kept private. We will record names, telephone numbers, and e-mail addresses. It will be necessary to call you as a reminder of your scheduled time. You will be given an ID number that has no relationship to the recorded identifiers. In published reports, there will be no information included that will make it possible to identify the research participant. Research records will be kept confidential to the extent allowed by law and stored securely in a locked file cabinet. All subject-related materials and data will be kept confidential and will be stored for a period not less than 3 years. After this time, all subject-related materials and data will be shredded and only approved researchers will have access to the records.

Right to Refuse: Your participation is voluntary and you are free to withdraw from participation at any time without suffering penalty or loss of benefits or services you may otherwise be entitled to. You will not be required to pay for research related procedures or treatments, nor will you be compensated for your time and participation in this study. You should understand that if you are



CALIFORNIA STATE UNIVERSITY, FULLERTON

injured as a result of your participation in this study, you will be encouraged to seek your own medical care to treat the illness or injury. CSU Fullerton does not provide any form of compensation for injury. You must report any suspected study-related illness or injury or injury to the study investigator immediately.

Contact Information: If you have additional, questions please contact Dr. Costa at pcosta@fullerton or (657) 278-4232. If you have questions about the rights of human research participants contact the CSUF IRB Office at (657) 278-7640 or irb@fullerton.edu.

Conflict of Interest: This research does not have financial assistance and has no conflict of interest.

Consent Clause: I have carefully read and/or I have had the terms used in this consent form and their significance explained to me. By signing below, I agree that I am at least 18 years of age and agree to participate in this project. You will be given a copy of this consent form to keep for your records. If you are not given a copy of this consent form, please request one.

You have carefully read and/or I have had the terms used in this consent form and their significance explained to me. You understand that your participation in this study is voluntary, and that you may withdraw from this study at any time by notifying the investigator. You understand that your refusal to participate will involve no penalty or loss of benefits to which you are otherwise entitled and that you may discontinue participation at any time without penalty or loss of benefits to which you are otherwise entitled. You understand that your participation in this research may be terminated by the investigator without regard to your consent if you are unable or unwilling to comply with the guidelines and procedures explained to you, if the study is terminated prior to your completion, or if it is otherwise in your best interest.

You may refuse to answer any question or discontinue your involvement at any time without penalty or loss of benefits to which you might otherwise be entitled. By signing below, you indicate that you have read the information in this consent form and have had a chance to ask any questions you have about this study, and at least 18 years of age, and agree to participate.

You understand that you will be notified if significant new findings develop during the course of your participation in the research project, which may relate to your willingness to continue your participation.

You understand that you have not waived any legal right to which you are legally entitled by signing this form.

I, _____, have read the above statement and have been able to ask questions and express concerns, which have been satisfactorily responded to by the investigator. I understand the purpose of the study as well as the potential benefits and risks that are involved. I hereby give my informed and free consent to be a participant in this study. I will be given a copy of this consent form.

Name of Participant (please print) _____



CALIFORNIA STATE UNIVERSITY, FULLERTON

Signature of Participant _____

Date _____

Signature of Investigator _____

Date _____

All California State University employees are mandated reporters under California's Child Abuse and Neglect Reporting Act ("CANRA"). Whenever a CSU employee, in his/her professional capacity or within the scope of his/her employment, has knowledge of or observes a person under the age of 18 years whom the employee knows, or reasonably suspects, to have been the victim of child abuse or neglect, the employee must report the incident to the appropriate authorities.

CSUF IRB
APPROVED FOR USE
HSR# 16-0210
Approved: 6-13-16
Expires: 6-12-17